

# FÍSICA

## ÍNDICE

CAPITULO 01: MECÂNICA .....	143
1 – FINALIDADE DA FÍSICA .....	143
2 – GRANDEZAS FÍSICAS.....	143
3 – POTÊNCIA DE DEZ.....	144
FÍSICA - MECÂNICA .....	144
CAPITULO 02: CINEMÁTICA .....	145
1 – ALGUMAS DEFINIÇÕES IMPORTANTES: .....	145
2 – VARIAÇÃO DO ESPAÇO ( $\Delta S$ ) E ESPAÇO PERCORRIDO (E).....	145
3 – VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA X VELOCIDADE MÉDIA DO PERCURSO .....	146
EXERCÍCIOS: .....	146
4 – ACELERAÇÃO ESCALAR MÉDIA ( $A_M$ ) .....	146
5 – MOVIMENTO UNIFORME (MU).....	147
EXERCÍCIOS: .....	147
6 – MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO (MUV).....	147
EXERCÍCIOS .....	148
7 – GRÁFICOS DA CINEMÁTICA .....	148
EXERCÍCIOS .....	151
8 – QUEDA LIVRE.....	152
EXERCÍCIOS .....	153
9 – LANÇAMENTO HORIZONTAL E OBLÍQUO .....	154
EXERCÍCIOS .....	156
10 – MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU).....	156
EXERCÍCIOS: .....	157
EXERCÍCIOS .....	159
11 – VETOR .....	161

PROFESSOR :

## CAPITULO 01: MECÂNICA

## Introdução

## 1 – Finalidade da Física

O vocábulo físico provém do grego *physiké*, que quer dizer natureza. Portanto, no sentido amplo, a Física deveria ocupar-se de todos os fenômenos naturais.

Com a ajuda da Física, podemos utilizar algumas formas de energia e fazê-las trabalhar para nós:

Energia *elétrica*: enceradeira, geladeira, computador, etc.

Energia *mecânica*: pontes, naves espaciais, rodovias, prédios, etc.

Energia *sonora*: rádio, disco, telefone, ultra-som, etc.

Energia *luminosa*: máquina fotográfica, telescópio, raio laser, etc.

Energia *calorífica*: máquinas a vapor, câmaras frigoríficas, etc.

Energia *nuclear*: energia elétrica, bomba atômica, etc.

## 2 – Grandezas físicas

Grandezas físicas que dependem de um módulo, uma direção e um sentido para ficar determinadas são denominadas grandezas vetoriais.

## Sistema Internacional de Unidades (SI)

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	kg
Tempo	Segundo	s

As unidades fundamentais podem combinar-se e formar outras unidades denominadas *unidades derivadas*.

## a) Medida de comprimento

km	hm	dam	<b>m</b>	dm	cm	mm
----	----	-----	----------	----	----	----

Decâmetro (dam)

Hectômetro (hm)

Decímetro (dm)

Ex.:

$$1 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$$

## b) Unidade de área

km <sup>2</sup>	hm <sup>2</sup>	dam <sup>2</sup>	<b>m<sup>2</sup></b>	dm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
-----------------	-----------------	------------------	----------------------	-----------------	-----------------	-----------------

## c) Unidade de volume

km <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	dam <sup>3</sup>	<b>m<sup>3</sup></b>	dm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>
-----------------	-----------------	------------------	----------------------	-----------------	-----------------	-----------------

## d) Unidade de capacidade

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$$

## d) Unidade de massa

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

d) Unidade de tempo

1 h = 60 min

1 min = 60 s

### 3 – Potência de dez

**1º Caso:** O número é muito maior que um

$$136000 = 1,36 \times 10^5$$

5 casas

Ex.:

2 000 000 = \_\_\_\_\_

33 000 000 000 = \_\_\_\_\_

547 8000 000 = \_\_\_\_\_

O expoente do dez indica o número de vezes que devemos deslocar a vírgula para esquerda.

**2º Caso:** O número é muito menor que um

$$0,000\,000\,412 = 4,12 \times 10^{-7}$$

7 casas

Ex.:

0,0034 = \_\_\_\_\_

0,0 000 008 = \_\_\_\_\_

0,0 000 000 000 517 = \_\_\_\_\_

Quando o expoente do dez for negativo, a vírgula é deslocada o mesmo número de casas para a direita.

#### Casos usuais

1 **mile**quilograma  $\Rightarrow 1\text{mkg} = 10^{-3}\text{ kg}$ 1 **micro**grama  $\Rightarrow 1\mu = 10^{-6}\text{g}$ 1 **nanometro**  $\Rightarrow 1\text{ nm} = 10^{-9}\text{m}$ 1 **pico**centímetro  $\Rightarrow 1\text{pcm} = 10^{-12}\text{cm}$ 1 **mega**metro  $\Rightarrow 1\text{ Mm} = 10^6\text{m}$ 

### Física - Mecânica

Como podemos dividir o estudo da mecânica ?

Divisão da Mecânica	Cinemática	Estuda o movimento dos corpos sem considerar suas causas
	<b>Estática</b>	Estuda os corpos sólidos ou flúidos em equilíbrio
	<b>Dinâmica</b>	Estuda o movimento dos corpos, considerando suas causas

## CAPITULO 02: CINEMÁTICA

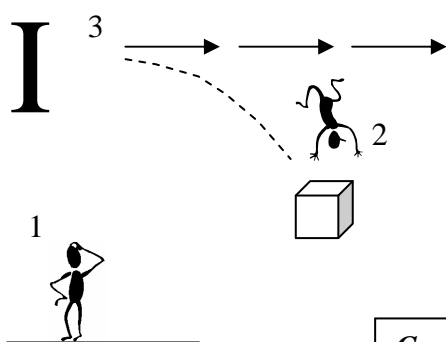
## 1 – Algumas definições importantes:

**Ponto material** – É todo corpo cujas dimensões não interferem no estudo de um determinado fenômeno.

**Repouso** – Um corpo está em repouso quando a distância entre este corpo e o referencial não varia com o tempo.

**Trajetoória** – Caminho descrito pelo móvel.

**Ex. 1:** Um avião em voo horizontal uniforme, abandona uma carga com um suicida sobre ela. Qual a trajetória descrita pela carga em relação:



**Observadores:**

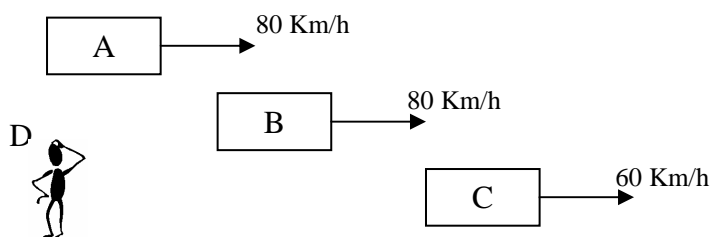
1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

**Conclusão:**

A trajetória de um movimento depende do \_\_\_\_\_

**Movimento e repouso** – São relativos, pois, dependem do referencial.

**Ex. 2:** Imagine três ônibus A, B e C se deslocando com as velocidades abaixo, sendo observados por um homem (D), conforme mostra a figura:



Qual a trajetória e velocidade do móvel A em relação:

B: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ km/h  
 C: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ km/h  
 D: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_ km/h

**Conclusão:** o movimento e repouso são \_\_\_\_\_ pois dependem do \_\_\_\_\_

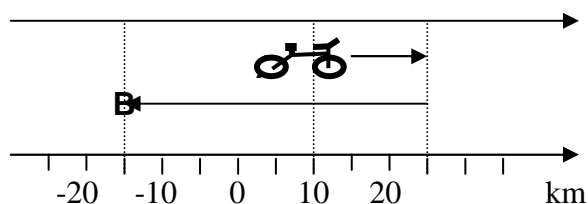
2 – Variação do Espaço ( $\Delta S$ ) e Espaço Percorrido ( $e$ )

$\Delta S = +, -$  ou nulo  
 $e =$  sempre +

Independente do caminho percorrido pelo móvel ( $\Delta S = S_f - S_i$ )

Distância total percorrida pelo móvel

**Ex. 3:** Dado o movimento abaixo:



Pede-se:  $S_A =$  \_\_\_\_\_ km

$S_B =$  \_\_\_\_\_ km

$\Delta =$  \_\_\_\_\_ km

$e =$  \_\_\_\_\_ km

### 3 – Velocidade Escalar Média X Velocidade Média do Percurso

Unidades:

Obs.:

m/s

km/h

### Exercícios:

1. Mostre que  $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$  e que  $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ .

**Transformar:**  $90 \text{ km/h}$  em  $\text{m/s}$

$10 \text{ m/s}$  em  $\text{km/h}$

2. Determine aproximadamente, em  $\text{km/h}$ , a velocidade máxima desenvolvida pelo ser humano

3. Um carro percorre a primeira metade de um percurso com velocidade escalar média de  $40 \text{ km/h}$  e a segunda metade com  $60 \text{ km/h}$ . Determine a velocidade média do carro durante todo percurso.

### 4 – Aceleração Escalar Média ( $a_m$ )

É a taxa de variação da velocidade

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{V_f - V_i}{T_f - T_i}$$

Unidades:

Movimento

{	Progressivo	$V > 0$
	Retrógrado	$V < 0$
	Acelerado	$V, a > 0$ (ganho de velocidade)
	Retardado	$V, a < 0$ (perda de velocidade)

**Ex.:** Um móvel se movimenta sobre uma trajetória retilínea e tem velocidade, em função do tempo, indicada na tabela:

t (s)	0	1	2	3	4	5	6
V (m/s)	-2	-6	-10	-14	-18	-22	-26

Qual a aceleração média em  $t = 0$  e  $t = 6s$ ?  
Classifique o movimento em acelerado ou retardado.

## 5 – Movimento Uniforme (MU)

Distância iguais em tempos iguais;  
Velocidade constante;  
Função é do 1º grau;  
 $V(t) = \text{cte} \neq 0$   
 $a(t) = 0$

### Equação Horária do MU

$$S = S_0 + Vt$$

Dado o tempo calculo o espaço ou vice-versa.

### Exercícios:

1. Um móvel se desloca segundo a seguinte função horária  $S = 45 + 50t$ :

Sua posição inicial e após 3s de movimento:  
Instante em que o móvel passa pelo marco 745m.  
Se o móvel passa pela origem dos espaços da pista.  
Velocidade média entre 2 e 3s.  
Esboço do movimento.

2. Uma cortada de vôlei, um jogador bate na bola a 3 m de altura e que ela atinge a quadra adversária a 4 m de distância (horizontal) em 0,2 s. Supondo retilíneo e uniforme o movimento da bola. Qual a sua velocidade?

3. Um observador se coloca a 60 m distante de um paredão e observa que o eco do seu grito demora 0,4 s para ser captado. Qual o valor da velocidade do som nesse local. Por que, na prática, não se observa o eco a distâncias muito próximas do “paredão”?

4. O observador computa um intervalo de tempo de 4 s entre o relâmpago e o trovão. A que distância do observador caiu o raio?

5. Um fugitivo, viajando a 100 km/h, é perseguido por uma patrulha inicialmente a 40 km “atrasada”.

Qual deve ser a velocidade da patrulha para que ela alcance em 2h?  
Qual a distância percorrida por cada um durante a perseguição

6. Dois carros, A e B, de comprimento 4 m e 5 m percorrem uma mesma estrada retilínea com movimento uniforme e velocidade constante igual a 25 m/s e 20 m/s, respectivamente. Determine o tempo de ultrapassagem, nos seguintes casos:

no mesmo sentido  
sentidos contrários.

7. (Fuvest-SP) Um automóvel viaja de São Miguel do Anta a Ponte Nova gastando no trajeto 1h e 30min e consumindo 1 litro de gasolina a cada 5 km.

Sabendo-se que a distância de São Miguel do Anta a Ponte Nova é de 90 km, concluímos que a velocidade média do carro, em km/h, e o consumo de gasolina, em litros, são respectivamente iguais a:

## 6 – Movimento Uniformemente Variado (MUV)

A velocidade é variável e a aceleração escalar é constante e não-nulo.  
A velocidade aumenta ou diminui numa taxa constante

### Equações do MUV

$$V = V_0 + at$$

**Eq. Horária da Velocidade**

**Comentário:** É errado dizer que no MUV a aceleração é CTE, pois pode variar de direção caso o movimento seja curvilíneo.

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$$

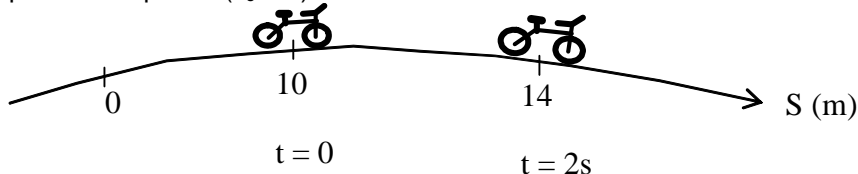
**Eq. de Torricelli**

$$S = S_o + V_o t + \frac{a}{2} t^2$$

### Eq. Horária do Movimento (espaço)

## Exercícios

1. A figura abaixo ilustra a foto de um ciclista em MUV em dois instantes consecutivos,  $t = 0$  e  $t = 2s$ . Se ele partiu do repouso ( $v_o = 0$ ):



Qual a sua aceleração?

Qual a sua velocidade no instante 2s?

Calcule as posições nos tempos:  $t = 2s$ ,  $t = 3s$ ,  $t = 4s$  e esboce o movimento.

Qual a velocidade média entre 0 e 8s.

2. Dois móveis partem do repouso, de um mesmo ponto, no instante  $t = 0$ , percorrendo uma trajetória retilínea, com aceleração constante. Sabe-se que a aceleração é o dobro do outro. No instante 10s a distância entre os móveis é 600 m. Calcule a aceleração dos móveis.

3. Em uma estrada retilínea, um caminhão em UM passa por uma patrulha a 72 km/h, quando o guarda arranca a  $2 \text{ m/s}^2$  em seu alcance.

Depois de quanto tempo ele alcança o caminhão?

Qual será sua velocidade nesse instante?

Qual o seu deslocamento até esse ponto?

4. Um carro viaja com velocidade de 90 km/h, ou seja, 25 m/s, num trecho retilíneo de uma rodovia quando, subitamente o motorista vê um animal parado em sua pista. Entre o instante em que o motorista vê o animal e aquele em que começa a frear, o carro percorre 15m. Se o motorista frear o carro à taxa de  $5,0 \text{ m/s}^2$ , mantendo-o em sua trajetória retilínea, ele só evitará atingir o animal, que permanece imóvel durante todo tempo, se o tiver percebido a uma distância de no mínimo?

## 7 – Gráficos da Cinemática

A rigor, as equações horária e da velocidade, de um movimento, devem chamar-se respectivamente funções horárias da velocidade. Acrescente-se a função da aceleração e ter-se-ia 3 representações gráficas possíveis:

$$S = f(t)$$

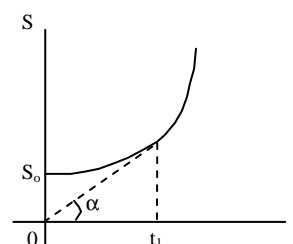
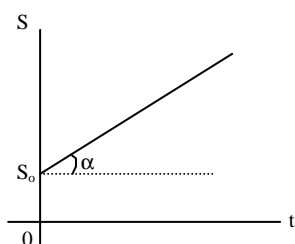
$$V = f(t)$$

$$a = f(t)$$

Partindo-se da função, chega-se à sua representação gráfica por meio da Geometria Analítica, no entanto, há interpretações físicas importantes que devem ser vistas.

### Interpretação Física dos Gráficos

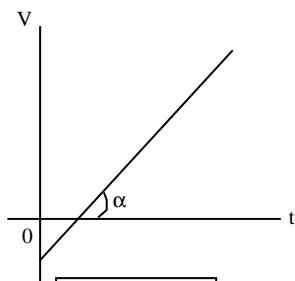
Gráfico  $S = f(t)$  – A tangente do ângulo de inclinação num ponto fornece a velocidade instantânea e a área sob o gráfico não tem significado físico.



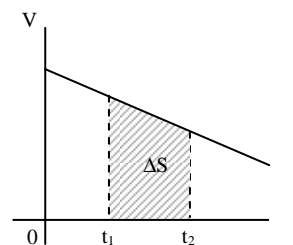
$$V = tg\alpha$$

$$V = tg\alpha \text{ (no instante } t_1)$$

Gráfico  $V = f(t)$  – A tangente do ângulo de inclinação num ponto fornece a aceleração instantânea e a área sob a curva fornece o espaço percorrido no intervalo de tempo considerado.

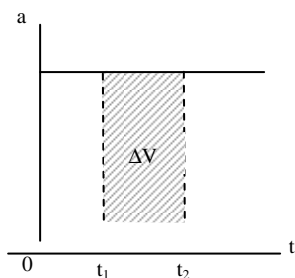


$$a = tg\alpha$$



$$\text{Área } (t_1 - t_2) \cong \Delta S = S_2 - S_1$$

Gráfico  $a = f(t)$  – A área sob a curva fornece a variação de velocidade no intervalo de tempo considerado e a tangente do ângulo de inclinação não tem significado físico.



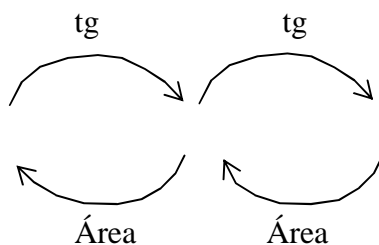
$$\text{Área } (t_1 - t_2) \cong \Delta V = V_2 - V_1$$

### Resumindo (Importante)

$$S \times t$$

$$V \times t$$

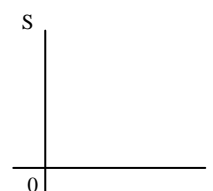
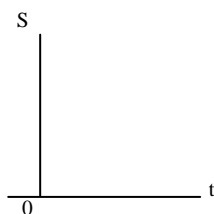
$$a \times t$$



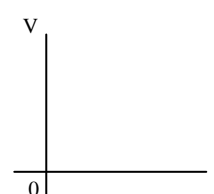
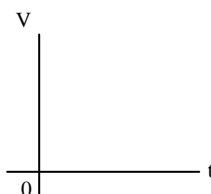
### Gráficos do Movimento Uniforme

$$S = f(t) \text{ 1º grau}$$

$$S = S_0 + vt \rightarrow \begin{cases} \text{Ascendente se } V > 0 \\ \text{Descendente se } V < 0 \end{cases}$$

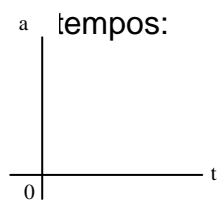


$V = f(t)$ : com  $V = \text{cte}$  → reta paralela ao eixo dos tempos:





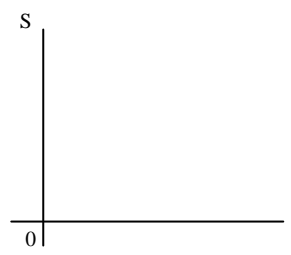
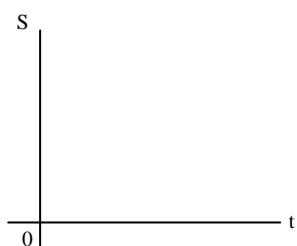
$a = f(t)$ : como  $a = 0 \rightarrow$  reta coincide com o eixo



### Gráficos do Movimento Uniformemente Variado

$S = f(t)$  2º grau

$$S = S_o + V_o t + \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow \text{PARÁBOLA} \begin{cases} \text{Se } a > 0: \text{concavidade para cima} \\ \text{Se } a < 0: \text{concavidade para baixo} \end{cases}$$



No vértice da parábola a reta tangente é horizontal, o ângulo de inclinação é nulo e  $V = 0$  (ponto onde o móvel inverte o sentido de velocidade).

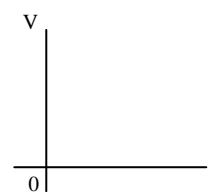
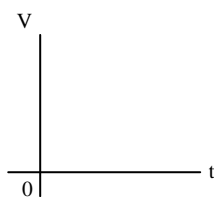
Os instantes em que o móvel cruza a origem ( $S = 0$ ) são determinados através das raízes da equação:

$$S = S_o + V_o t + \frac{a}{2} t^2$$

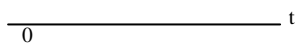
O móvel passa pela origem em $t_1$ e retorna, passando de volta em $t_2$	O móvel atinge a origem, para e retorna	O móvel não cruza a origem

$V = f(t)$  1º grau

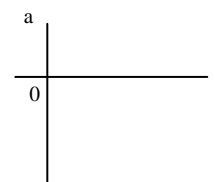
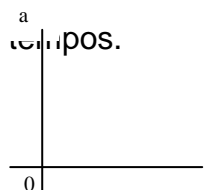
$$V = V_o + at \Rightarrow \text{reta} \begin{cases} \text{Ascendente se } a > 0 \\ \text{Descendente se } a < 0 \end{cases}$$



**Demonstração importante:** no MUV a velocidade média é a média das velocidades

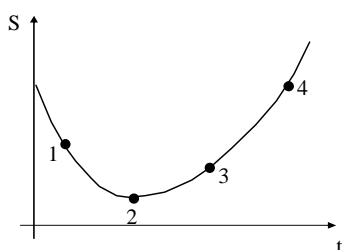


$a = f(t)$ : como  $a = \text{cte} \rightarrow$  reta paralela ao eixo dos tempos.



## Exercícios

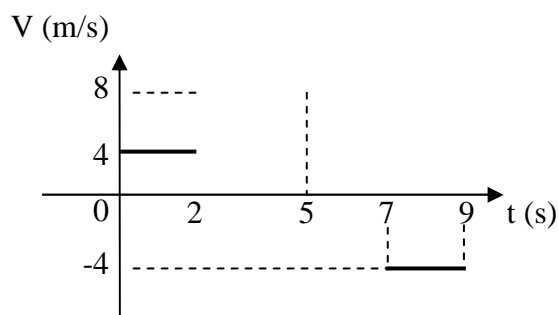
A figura ao lado representa o gráfico  $s \times t$  de um movimento. Compare as velocidades do móvel nos pontos 1, 2, 3 e 4.



Um elevador arranca do térreo atingindo uma velocidade de 18 km/h em 6s. Em seguida, a velocidade é mantida constante por 10 s, quando finalmente os contrapesos são acionados por 8s, fazendo-o parar no topo do edifício.

Qual a aceleração em cada trecho?

Qual a altura do edifício?



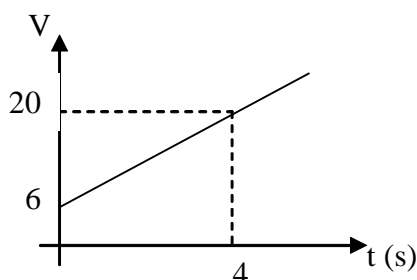
O gráfico ao lado indica a velocidade adquirida por um móvel no decorrer do tempo. A trajetória do móvel é retilínea. Sabendo-se que no instante inicial o móvel se encontra a 5m, pede-se:

Representar numa trajetória esse movimento.

Construa o gráfico  $s \times t$ .

O gráfico ao abaixo fornece a velocidade de uma partícula em função do tempo. Determine:

Se o móvel está em MU ou MUV? Acelerado ou retardado.



A aceleração do móvel.

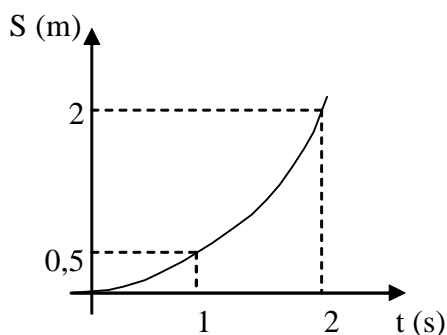
A função horária da velocidade. Explique por que o gráfico é uma reta.

A velocidade instantânea no instante  $t = 20s$ .

Velocidade média entre os instantes  $t = 0s$  e  $t = 20s$ .

**Macete:** No **MUV** a velocidade é a \_\_\_\_\_ aritmética das velocidades \_\_\_\_\_

O movimento de um carrinho de autorama que arranca uniformemente, a partir do repouso, é representado graficamente na figura abaixo.



Qual a aceleração do móvel?

Qual o deslocamento do carrinho após 2s de movimento?

Qual a velocidade do carrinho em  $t = 2s$ .

Qual a velocidade média do carrinho entre  $t = 0$  e  $t = 2s$ .

## 8 – Queda Livre

É o movimento de descida ou subida dos corpos no **VÁCUO**.

**Gravidade (  $\vec{g}$  )**

Aceleração constante que age sobre um corpo em queda livre;

O valor de  $\vec{g}$  depende do planeta.

Ex.: Terra  $\approx 10 \text{ m/s}^2$

Lua  $\approx 1,6 \text{ m/s}^2$

$$\left( \begin{matrix} \text{Aceleração} \\ \text{na subida} \end{matrix} \right) = \left( \begin{matrix} \text{Aceleração} \\ \text{na descida} \end{matrix} \right)$$

$$\vec{g} \longrightarrow \text{Sempre aponta para o centro da terra} \left\{ \begin{array}{l} \text{Direção: Vertical} \\ \text{Sentido: Para baixo} \end{array} \right.$$

$$V = V_o + gt$$

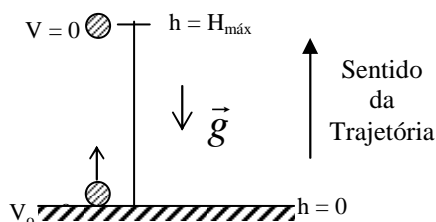
$$S = S_o + \text{Queda Livre: MRUV}$$

$$V^2 = V_o^2 + 2g\Delta S$$

$$a = \text{cte} = \vec{g}$$

**Referencial:**

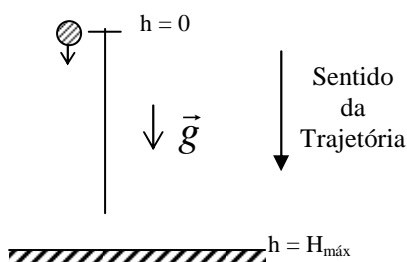
**I – Subida e descida:** Conta-se a altura de baixo (solo) para cima  $a = -g$



$V > 0$  – na subida  
 $V < 0$  – na descida

**ERRO** – inverter o sinal da gravidade na descida. Somente a velocidade que inverte o sinal.

**II– Descida:** Conta a altura de cima para baixo  $a = +g$  ;  $v > 0$

**Exercícios**

1. Uma pedra é abandonada do alto de um prédio de 125m de altura. Desprezando a resistência do ar e considerando  $g = 10\text{m/s}^2$ , pede-se:

- Esquema do movimento e as funções  $S = f(t)$  e  $V = f(t)$
- Velocidade e posição após 2s de queda.
- O tempo de queda.
- Velocidade do impacto contra o solo.
- Confira usando a equação de Torricelli.

2. Uma pedra é atirada a 10m/s, verticalmente para cima a partir do alto de um prédio de 15m de altura. Desprezando-se a resistência do ar e adotando  $g = 10\text{m/s}^2$ . Pede-se:

- O tempo de subida.
- O tempo total de movimento.
- Velocidade de impacto contra o solo.
- Velocidade e posição da pedra em  $t = 2\text{s}$ .

3. Abandona-se no vácuo, de uma mesma altura, uma esfera de isopor e outra de chumbo. Qual delas atinge o solo primeiro? Justifique.

4. No mesmo instante em que uma pedra é abandonada do alto de um edifício de 30m de altura, uma segunda pedra é lançada de baixo para cima a partir do solo. Sendo  $g = 10\text{m/s}^2$  e sabendo que elas se cruzam a 10m de altura, pede-se:

- A velocidade inicial do lançamento da segunda pedra.
- A altura máxima atingida por ela.
- Intervalo de tempo após o qual ela retorna ao solo.

5. Uma pedra é lançada do solo verticalmente para cima, atingindo uma altura máxima H. Após um intervalo de tempo T. Qual a altura da pedra após subir durante um intervalo de tempo a  $T/2$ ?

6. Um balão sobe verticalmente com velocidade constante de 10 m/s, e, num determinado instante ( $t = 0$ ), uma pedra é abandonada dele. Sabendo que a pedra chega ao solo em  $t = 10$ s, a que altura estava o balão no instante em que ela foi abandonada?

7. Um nadador de 76kg pula verticalmente de um trampolim de 10m de altura. Determina sua velocidade ao atingir a água, adotar  $g = 10\text{m/s}^2$ .

## 9 – Lançamento Horizontal e Oblíquo

### 9.1 – Lançamento Horizontal

É o movimento parabólico de um móvel lançado horizontalmente no vácuo (resistência do ar desprezível), em que a única aceleração é a da gravidade, ou seja, a única força é o peso próprio.

#### Características:

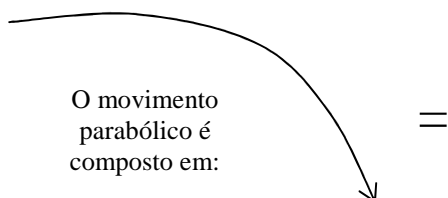
Velocidade  $\rightarrow$  Tg à trajetória  
 Trajetória  $\rightarrow$  parabólica  
 Velocidade inicial  $\rightarrow$  horizontal  
 Posição (S)  $\rightarrow$  (x,y)  
 Conta a altura de cima para baixo

Obs.:  $a_x = 0$   
 $a_y = g$

MUV	
$V = V_o + gt$	$S = S_o + V_o t + \frac{g}{2} t^2$

Posições X e Y

X = \_\_\_\_\_ Y = \_\_\_\_\_



**Ex.:** Uma bolinha de aço rola horizontalmente a 20m/s no alto de um edifício de 125m de altura. Desprezando-se a resistência do ar e sendo  $g = 10\text{m/s}^2$ . Determine:

a) Posição (x e y) da bolinha nos instantes  $t = 1, 2$  e 3s.

$X = V_o t =$  \_\_\_\_\_

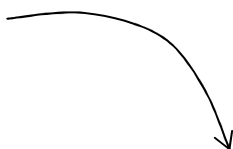
$Y = gt^2/2 =$  \_\_\_\_\_

t (s)	1	2	3
X (m)			
Y (m)			

- b) O tipo de movimento projetado pela “sombra da bolinha” ao longo do chão (x) e do edifício (y)  
 c) O tempo de queda da bolinha.  
 d) O seu alcance horizontal.

#### Velocidade

$V = V_o + at$



**Obs.:**  $V_x$  não muda – MRU  
 $V_y$  aumenta gradativamente devido a gravidade MRUV

Continuação do exemplo anterior:

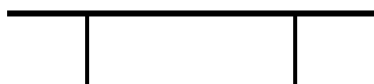
e) A velocidade da bolinha nos instantes  $t = 1\text{ s}$  e  $t = 2\text{ s}$ .

$V_x = V_o =$	$V_y = gt =$
$V_x (1) =$ $V_y (1) =$	$V (1) =$
$V_x (2) =$ $V_y (2) =$	$V (2) =$

f) A velocidade da bolinha no instante em que ela toca o solo.



O tempo de queda sempre depende da altura.



## 9.2 – Lançamento Oblíquo

É o movimento parabólico que uma partícula lançada obliquamente em relação à vertical do lugar, no vácuo, de modo que a única aceleração presente é a da gravidade, e a única força é o peso próprio da partícula.

### Características:

A velocidade é sempre **tangente** à trajetória.

A aceleração é **vertical e para baixo** (gravidade).

No ponto culminante, a velocidade é não-nula e **horizontal**.



**Equações:** São as mesmas do MUV

$$\left\{ \begin{array}{l} V = V_o + at \\ V^2 = V_o^2 + 2a\Delta S \end{array} \right.$$

Posição inicial:  $S_{ox} = X_o = 0$

$S_{oy} = Y_o = 0$

Velocidade inicial:  $V_{ox} = V_o \cos \theta$

$V_{oy} = V_o \sin \theta$

Aceleração:  $a_x = 0$

$a_y = -g$

**Comentários:**

1 – Tempo de subida é igual ao tempo de descida.

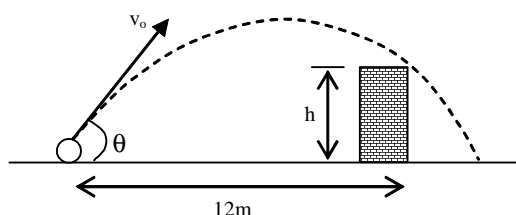
2 – Para  $\theta = 45^\circ$  o alcance é máximo.

## Exercícios

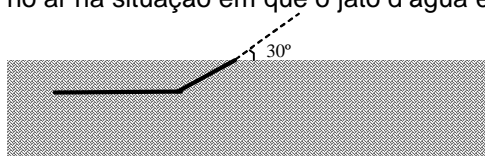
1. Uma bola é lançada para cima, numa direção que forma um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal. Sabendo-se que a velocidade na altura máxima é de 20m/s. Qual a velocidade inicial?

2. Um menino chuta uma bola de futebol segundo um ângulo  $\theta$  com a horizontal, com uma velocidade inicial  $v_o = 20\text{m/s}$ , como mostra a figura abaixo. Considere  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

Sendo  $\sin \theta = 0,80$  e  $\cos \theta = 0,6$ , a altura máxima  $h$  de um obstáculo colocado a 12m do menino, a fim de que a bola consiga ultrapassá-lo, é:



3. Um cano de irrigação, enterrado no solo, ejeta água a uma taxa de 15l por minuto com velocidade de 10m/s. A saída do cano é apontado para cima fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com o solo. Desprezando a resistência do ar e considerando  $g = 10\text{m/s}^2$ ,  $\sin 30^\circ = 0,5$  e  $\cos 30^\circ = 0,87$ . Quantos litros de água estarão no ar na situação em que o jato d'água é contínuo, do cano ao solo?



## 10 – Movimento Circular Uniforme (MCU)

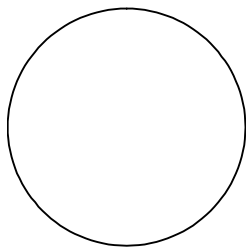
Ao ligar um ventilador, inicialmente as hélices efetuam um movimento circular acelerado mas após alguns segundos, o ganho de velocidade cessa e o movimento se torna CIRCULAR UNIFORME. Ao se desligá-lo, o movimento passa a ser circular retardado até o estado de repouso seja atingido.

### 10.1 - A Velocidade no MCU

A velocidade é, em qualquer instante, sempre TANGENTE à trajetória ou perpendicular ao raio.

O VALOR da velocidade é constante.

O VETOR velocidade **varia** em **direção** (horizontal, inclinado para baixo, vertical, etc.)



## 10.2 - A Aceleração no MCU

Se o VALOR de  $\vec{v}$  não aumenta, nem diminui, é por que “o móvel não aciona nem o acelerador, nem o freio”, logo a aceleração escalar ou “tangencial” do móvel é nula, isto é:

$$\Delta v = 0 \quad \Rightarrow \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{aceleração escalar (a)} = 0$$

Se a DIREÇÃO de  $\vec{v}$  varia, então é necessário a ação de uma força para que o móvel “faça a curva”, de modo que, associada a essa força, deve haver uma aceleração, denominada:

### Aceleração centrípeta (ou radial) $\neq 0$

A  $\vec{a}_c$  é um vetor orientado para o centro da trajetória, isto é, perpendicular à velocidade.

O valor da aceleração centrípeta:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Unidades:

Dicas: É **errado** afirmar que:

A velocidade no MCU é constante.

A aceleração no MCU é nula

## Exercícios:

1. No movimento circular uniforme, a velocidade:  
é constante.

tem módulo constante.

tem módulo proporcional ao tempo de percurso.

Tem módulo igual à razão entre o raio da circunferência e o período do movimento.

Tem módulo igual ao produto do raio da circunferência pelo período do movimento, qualquer que seja este.

2. No movimento circular uniforme de uma partícula, as componentes radial e tangencial da aceleração têm intensidade:

constante e nula.

iguais e não-nula.

nulas.

constante e não-nula.

nula e constante.

3. Num movimento circular uniforme, quadruplicando o raio e dobrando a velocidade, o módulo da aceleração centrípeta:

é metade da anterior.

não se altera.

é o dobro da anterior.

é a quarta parte da anterior.

4. Um móvel se desloca sobre uma circunferência de 3m de raio com velocidade escalar constante de 2m/s. A aceleração tangencial do móvel é, em m/s, igual a:



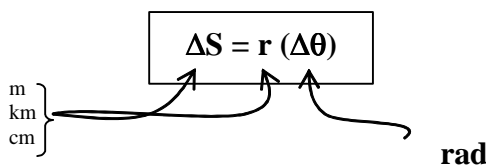
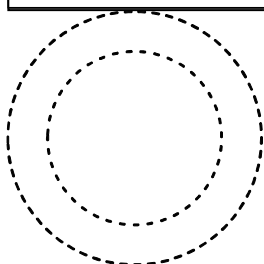
2/3  
4/3  
3/2  
0  
3/4

5. A aceleração centrípeta (ou radial) do móvel do problema anterior é, em  $\text{m/s}^2$ , igual a:

2/3  
4/3  
3/2  
0  
3/4

### 10.3 - Arcos ( $\Delta S$ ) e Ângulo ( $\Delta\theta$ )

- Quanto maior o raio  $r$ , maior é o arco  $\Delta S$
- Porém, o ângulo  $\Delta\theta$  independe do raio.



### 10.4 - Período (T) e Frequência (f)

PERÍODO – é o tempo gasto em uma volta completa.

Se um móvel realiza  $N$  voltas em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , a sua frequência é definida por:

$$f = \frac{N}{\Delta t}$$

A frequência de um movimento periódico pode ser expressa em várias unidades:

**Hz** (Hertz) ou **rps** (rotações por segundo) ou **c/s** (ciclos por segundo)

**rpm** (rotações por minuto)

rpm                      Hz                       $\xrightarrow{\div 60}$

Se o tempo para **uma** volta é o período **T**, então:

$$N = 1 \quad \text{e} \quad \Delta t = T \Rightarrow f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad T = \frac{1}{f}$$

**Ex.:** Uma partícula executa um movimento circular uniforme sobre uma circunferência de 20cm de raio. Ela percorre metade da circunferência em 2s. A frequência, em Hz, e o período do movimento, em segundos, valem, respectivamente:

4 e 0,25  
2 e 0,5  
1 e 1  
0,5 e 2  
0,25 e 4

### 10.5 – Velocidade Escalar (v) e Velocidade Angular ( $\omega$ )

$$v = \frac{\text{arco}}{\text{tempo}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (\text{m/s, km/h, cm/s})$$

$$\omega = \frac{\text{ângulo}}{\text{tempo}} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad (\text{rad/s})$$

Porém, ao final de uma volta, o intervalo de tempo, o arco e o ângulo valem:

$$\begin{aligned} \Delta t &= T \\ \Delta \theta &= 2\pi \\ \Delta S &= 2\pi r \end{aligned} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad \text{e} \quad v = \omega r$$

## 10.6 – Acoplamento de Rodas

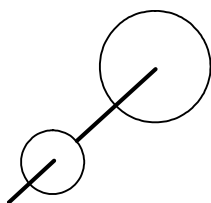
Duas ou mais rodas podem ser acopladas basicamente através de duas maneiras:

MESMO EIXO

EIXOS PARALELOS

### Eixos Coincidentes

Nessa montagem, apesar da roda maior girar com mais velocidade, elas realizam o mesmo número de voltas por unidade de tempo, isto é:

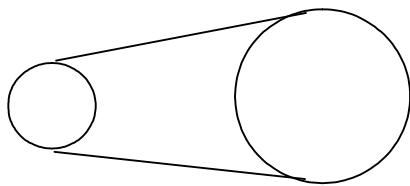


- $v_2 > v_1$
- $\omega_1 = \omega_2 \Rightarrow 2\pi f_2 = 2\pi f_1 \Rightarrow f_2 = f_1$

### Eixos Paralelos

A roda menor deve dar mais volta do que a roda maior.

As rodas giram o mesmo ARCO por unidade de tempo, isto é:



- $\omega_1 > \omega_2$
- $v_1 = v_2 = v_{\text{correia}} \Rightarrow \omega_1 r_1 = \omega_2 r_2 \Rightarrow f_1 r_1 = f_2 r_2$

## Exercícios

1. Uma moto percorre uma lambada em MCU, em um intervalo de tempo de 5s. Determine o valor de sua velocidade e de sua aceleração.

2. Certo LP de vinil tem 20cm de diâmetro e gira a uma frequência de 30rpm. Uma mosca pousa em sua periferia e uma abelha, em um ponto médio entre a periferia e o centro do disco. Determine:

A frequência de ambas (Hz).

A velocidade angular de cada.

O módulo da velocidade escalar (ou tangencial) de cada.

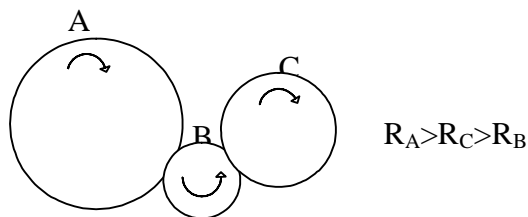
3. Um disco circular de 50 cm de raio gira em torno de seu eixo com uma frequência de 200rps. Calcule o tempo gasto para um ponto de sua periferia percorrer 2km ( $\pi=3,14$ ).

4. O diâmetro das rodas de um automóvel é  $D = 0,5\text{m}$ . Quando ele se movimenta com velocidade de  $80\text{km/h}$ . Determine?

A velocidade angular das rodas em torno do seu eixo.

A velocidade, em relação ao solo, de um ponto da periferia da roda que ocupa a sua parte mais alta.

5. As rodas A, B e C giram, sem deslizamento, com velocidade angulares  $\omega_A$ ,  $\omega_B$  e  $\omega_C$ , tais que:



$$\omega_A = \omega_B = \omega_C$$

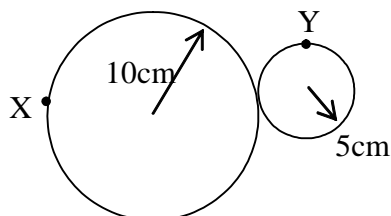
$$\omega_A > \omega_B > \omega_C$$

$$\omega_A > \omega_C > \omega_B$$

$$\omega_A < \omega_B < \omega_C$$

$$\omega_A < \omega_C < \omega_C$$

6. Em relação ao problema anterior, se a roda A gira no sentido horário, Quais serão os sentidos de rotação das rodas B e C?



7. Dois discos giram sem deslizamento entre si, como é mostrado na figura. A velocidade escalar do ponto X é  $2\text{cm/s}$ . Qual a velocidade escalar do ponto Y em  $\text{cm/s}$ .

1

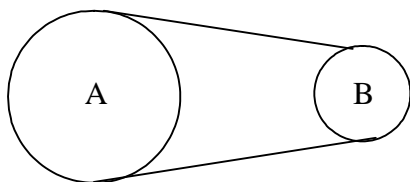
2

3

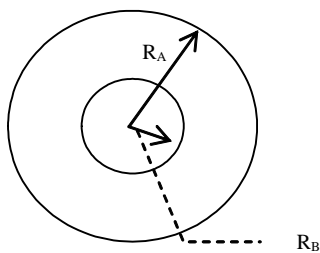
4

5

8. Duas polias, A e B, de raios  $R_A = 30\text{cm}$  e  $R_B = 5\text{cm}$ , giram acopladas por meio de uma correia. A correia A efetua  $10\text{rpm}$ . Determinar o número de rotações da polia B.



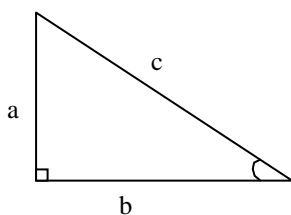
9. Duas polias ao lado, A e B, Giram coaxialmente. Sabendo que a polia A tem raio  $10\text{cm}$  e que  $V_A = 8\text{ cm/s}$  e  $V_B = 24\text{ cm/s}$ . Determine o raio da polia B.



## 11 – Vetor

### 11.1 - Triângulos

#### a) Triângulo Retângulo



a - \_\_\_\_\_

b - \_\_\_\_\_

c - \_\_\_\_\_

Teorema de Pitágoras

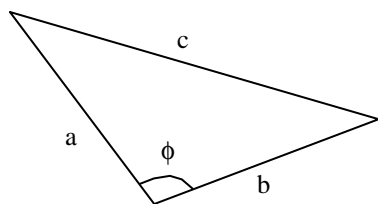
--

Relações Trigonométricas:

 $\text{sen } \alpha =$  $\text{cos } \alpha =$  $\text{tan } \alpha =$ 

Relação Fundamental da Trigonometria

#### a) Triângulo Qualquer



Lei dos Cossenos

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \phi$$

Obs.: O ângulo  $\phi$  deve ser oposto ao lado c

Valores úteis:

	0°	30°	45°	60°
sen				
cos				
tan				

### 11.1 - Vetores

#### Grandezas Escalares e Vetoriais

**Grandezas Escalares** – São aquelas que só dependem da intensidade. Isto é, não dependem de onde nem para onde são aplicadas.

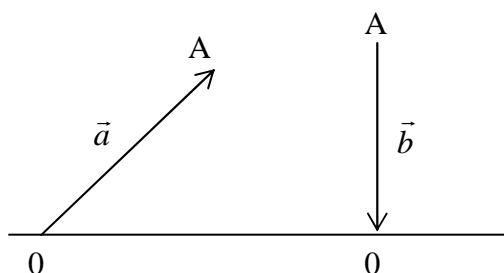
Ex.: massa – 60kg      área – 10m<sup>2</sup>      tempo – 24h

**Grandezas Vetoriais** – São aquelas que dependem da intensidade e também do sentido e direção (orientação)

Ex.: Força – 3N vertical e para cima

Velocidade – 30 m/s horizontal para a direita

Exemplo: Os vetores da figura têm:

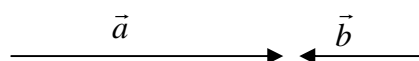
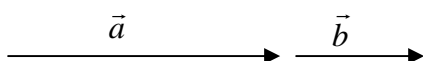


Vetor  $\vec{a}$  : Módulo:  
Direção:  
Sentido:

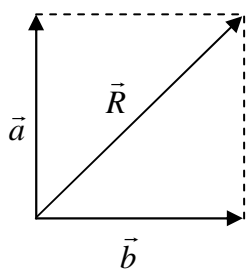
Vetor  $\vec{b}$  : Módulo:  
Direção:  
Sentido:

## OPERAÇÃO COM VETORES

### a) Soma Vetoriais

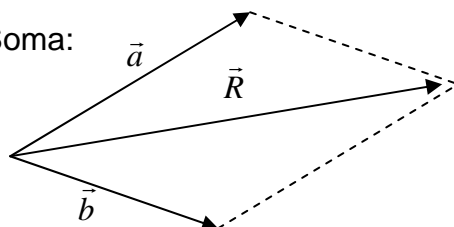


### b) Vetores Normais

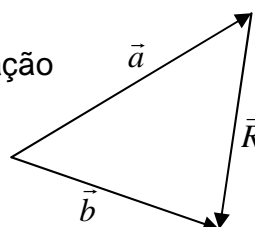


### c) Vetores Oblíquos

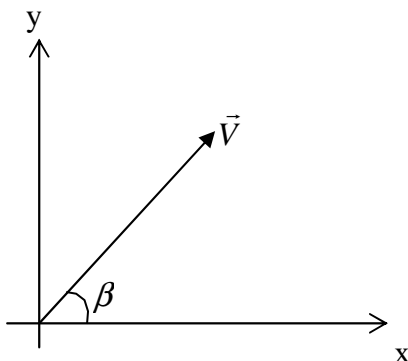
- Soma:



- Subtração

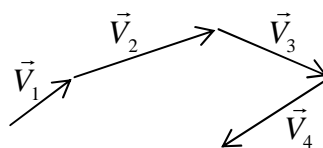


## DECOMPOSIÇÃO VETORIAL



## ADIÇÃO DE MAIS DE DOIS VETORES (MÉTODO DO POLÍGONO)

- 1º - Desenhar os vetores em seqüência.
- 2º - Marcar os pontos  $i$  (inicial) e  $f$  (final)
- 3º - Fechar a figura  $\Rightarrow \vec{R} = i\vec{f}$



## EXERCÍCIOS DE VETORES

1. Um carro percorre uma distancia de 20km no sentido oeste-leste, a seguir percorre 8km no sentido sul-norte e por ultimo percorre 6km numa direção NO que forma um angulo de  $60^\circ$  com o norte e  $30^\circ$  com o oeste. Determine o modulo do deslocamento do carro. Use  $\cos 30^\circ = 0,80$ .
2. Um barco atravessa um rio com velocidades próprias de 10 m/s, perpendicular à correnteza. Sabendo que a largura do rio 'e de 800m e a velocidade da correnteza 4m/s. Determine:  
 O tempo gasto na travessia?  
 Qual o desvio "rio-abaixo" sofrido pelo barco?  
 Qual a velocidade do barco em relação à terra?
3. Um barco navega por um rio desde uma cidade A até uma cidade B com velocidade de 36km/h e, em sentido contrário, com velocidade de 28,8 km/h. Determine a velocidade da correnteza.